

Předmět M39RSO – otázky na zkoušku v únoru 2025

Vstupenka na zkoušku

Jedna z následujících otázek:

1. Definice a význam radiance, irradiance a radiozity. Vztah mezi nimi.
 2. Definice a význam BRDF.
 3. Rovnice (lokálního) odrazu světla: vzorec a význam.
 4. Zobrazovací rovnice pro šíření světla: vzorec a význam.
 5. Tvar Monte Carlo estimátoru pro integrování 1D funkce na intervalu $\langle a, b \rangle$ pomocí N vzorků.
 6. Popsat fotonové mapy v pěti větách.
 7. Popsat metodu sledování cest v pěti větách.
 8. Klasická radiozitivní rovnice pro díkrétní elementy. Význam form faktoru.
 9. Jak se vybírá úroveň MIP-mapy pro filtrování textur?
 10. Co to je Renderman v pěti větách ?
-

Radiometrie

1. Jaké efekty globálního osvětlení se uplatňují při pohledu na vodní hladinu?
2. Jaký je rozdíl mezi radiometrií a fotometrií?
3. Definice, jednotky a význam následujících veličin: zářivá energie, zářivý tok, intenzita ozáření (irradiance), zářivost (radiant intensity), zář (radiance).
4. Kolik stupňů volnosti má směr ve 3D a jaké parametrizace se pro směr používají?
5. Co to je prostorový úhel?
6. Jaký diferenciální prostorový úhel vytíná diferenciální ploška velikosti dA ?
7. Jak závisí přichodí zář (radiance) a intezita ozáření (irradiance) na orientaci plošky na kterou dopadá?
8. Jak se spočítá intenzity ozáření (irradiance) a zářivý tok (flux) ze záře (radiance)?
9. Proč je zář (radiance) nejčastěji používanou jednotkou v syntéze obrazu? Kvůli kterým svým jedinečným vlastnostem?
10. Jaká je zářivost (radiant intensity) stowattového izotropního bodového zdroje?
11. Co to je goniometrický diagram?

BRDF

15. Jak je definována BRDF? Co vyjadřuje? Co znamená zkratka BRDF (česky a anglicky)?
16. Kolik stupňů volnosti (tj. kolik nezávislých parametrů) má a) izotropní b) anizotropní BRDF v daném fixním bodě?
17. Co je Helmholtzova reciprocita? Platí pro odraz i lom světla?
18. Jak je definována odrazivost? Co vyjadřuje? Jakých může nabývat hodnot?
19. Jaký je vztah mezi odchozí září (radiance) a intenzitou ozáření (irradiance) na ideálním difúzním povrchu?
20. Jaký je vztah mezi odrazivostí a hodnotou BRDF na ideálním difúzním povrchu?
21. Co znamená: „BRDF pro ideální zrcadlový lom/odraz je dána delta-funkcí“ ?
22. Jaký je vztah mezi úhlem dopadu o odrazu pro ideální zrcadlový lom a odraz? Odkud se úhel

dopadu a odrazu měří?

23. Jaký je vztah mezi mikroskopickou hrubostí povrchu a ostrostí odrazů na tomto povrchu?
24. Jaký je rozdíl mezi izotropní a anizotropní BRDF? Uveďte příklady materiálů vykazujících anizotropní odraz.
25. Uveďte vzorec klasického Phongova a Blinnova stínovacího modelu. Jaký tvar má příslušná BRDF?
26. Uveďte vzorec pro modifikovanou Phongovu BRDF. Jaký je účel normalizačního členu u spekulární složky?
27. Jak se nazývá přístroj, kterým se měří BRDF? Jak takový přístroj (zhruba) může fungovat?
28. Může hodnota BRDF být větší než 1? Pokud ano, pro jaké materiály? Pokud ne, proč?
29. Vysvětlete zkratky BRDF, BTDF, BSDF a BTF.
30. Jaký je rozdíl mezi BRDF a BSSRDF? Uveďte příklady materiálů, jejichž vzezření je třeba modelovat pomocí BSSRDF?

Zobrazovací rovnice

34. Zobrazovací rovnice v úhlovém a plošném tvaru. Význam a použití obou tvarů při výpočtu obrazu.
35. Jaký je rozdíl mezi rovnicí odrazu a zobrazovací rovnicí?
36. Odvoďte ze zobrazovací rovnice radiozitivní rovnici.
37. Rozepište obecný tvar zobrazovací rovnice do tvaru bez integrálů, který odpovídá zjednodušenému sledování paprsku: bodové zdroje světla osvětlují pouze difúzní komponentu BRDF, nepřímé osvětlení se uvažuje pouze na ideálně zrcadlových plochách.
38. Je pro výpočet přímého osvětlení vhodnější použít úhlovou nebo plošnou formulaci zobrazovací rovnice? Proč?

Monte Carlo integrování

41. Jaká je rychlost konvergence deterministických kvadraturních vzorců a metody Monte Carlo v s dimenzích?
42. Vysvětlete základní postup integrování 1D funkce na intervalu $\langle a, b \rangle$ pomocí Metody Monte Carlo. Jaký je tvar estimátoru (tj. vzorkce, který vrací odhad integrálu)?
43. Jak rychle klesá rozptyl (angl. variance) a standardní odchylka (angl. deviation) Monte Carlo estimátoru? Jaké to má praktické důsledky?
44. Vysvětlete princip metody podstatného výběru (importance sampling). Co je účelem? Za jaké podmínky je tohoto účelu dosaženo? Jaký je tvar estimátoru pro importance sampling?
45. Vysvětlete princip metody výběru na podintervalech (stratified sampling). Co je účelem? Za jaké podmínky je tohoto účelu dosaženo?
46. Jaké jsou výhody a nevýhody metody kvazi-Monte Carlo oproti Monte Carlo?
47. Vysvětlete zamítací metodu pro generování náhodných čísel podle hustoty pravděpodobnost p ? Napište pseudokód.
48. Vysvětlete zamítací metodu pro generování náhodných čísel podle hustoty pravděpodobnost p ? Napište pseudokód. Uveďte výhody a nevýhody oproti transformační metodě.
49. Vysvětlete transformační metodu (pomocí inverzní distribuční funkce) pro generování náhodných čísel podle hustoty pravděpodobnost p ? Napište pseudokód. Uveďte výhody a nevýhody oproti zamítací metodě.

Trasování rozprostřených paprsků, trasování cest

50. Popište výpočet přímého osvětlení z plošného zdroje světla metodou trasování rozprostřených

paprsků (distributed ray tracing). Jaké metody pro snížení rozptylu lze aplikovat?

51. Popište výpočet hloubky ostroty (depth of field) a rozostření pohybem (angl. motion blur) pomocí trasování rozprostřených paprsků (angl. distributed ray tracing).

52. Popište postup výpočtu nepřímého osvětlení na difúzních a mírně lesklých plochách pomocí trasování rozprostřených paprsků. Jaké techniky pro snížení rozptylu použít?

53. Jaký zásadní problém nastává při řešení zobrazovací rovnice trasováním rozprostřených paprsků (distributed ray tracing)? Jak tento problém řeší trasování cest (path tracing)?

54. Popište algoritmus pro řešení zobrazovací rovnice metodou trasování cest (path tracing). Je tato metoda nestranná nebo vychýlená? Jaké techniky pro snížení variance lze použít?

55. Co je ruská ruleta v kontextu trasování cest (path tracing)? K čemu slouží? Jak funguje? Má vliv na varianci odhadu? Pokud ano, jaký? Poskytuje nestranný nebo vychýlený odhad?

56. Popište postup podstatného výběru (importance sampling) při odrazu na ploše s Phongovou BRDF v rámci algoritmu trasování cest.

Vychýlené metody globálního osvětlení (fotonové mapy a irradiance caching)

57. Co je vychýlený a nestranný (biased / unbiased) odhad? Uveďte příklad nestranných a vychýlených metod výpočtu globálního osvětlení. Proč se v praxi preferují vychýlené metody před nestrannými?

58. Jaký je rozdíl mezi nestranným a konzistentním odhadem? Je nestranný odhad vždy konzistentní? Je konzistentní odhad vždy nestranný?

59. Popište zhruba algoritmus mapování fotonů. Z jakých fází se skládá? Co se v nich zhruba děje?

60. Popište algoritmus pro emisi fotonů ze světelných zdrojů. Jaké obecné Monte Carlo techniky pro snížení variance se využívá? Proč nesou všechny emitované fotony podobný tok?

61. Popište algoritmus pro trasování fotonů scénou. Jaké obecné Monte Carlo techniky pro snížení variance se využívá? Proč si fotony během trasování zachovávají přibližně stejný tok? Jaký je rozdíl mezi trasováním fotonů a trasováním cest (path tracing)?

62. Na jakých plochách se ukládají fotony během trasování a na jakých ne? Proč? Jakou informaci obsahuje jeden foton? Kolik fotonů řádově obsahuje fotonová mapa?

63. Jaký je rozdíl mezi globální fotonovou mapou a fotonovou mapou kaustik? Jaké světelné cesty jsou v nich obsaženy? Popište pomocí regulární gramatiky světelných cest a vysvětlete. Jsou světelné cesty obsažené v jedné mapě podmnožinou světelných cest v druhé?

64. Vysvětlete a odvoďte proceduru pro odhad radiance z fotonové mapy. Jaká základní operace se zde používá? Jakou datovou strukturou se tato operace urychluje?

65. Popište rendering obrazu s využitím fotonových map. Jak se počítá přímé osvětlení, zrcadlové odrazy a kaustiky?

66. Jak se pomocí fotonových map počítá nepřímé osvětlení na difúzních a mírně lesklých plochách. Proč je použití fotonových map pro tento účel rychlejší než rekursivní trasování rozprostřených paprsků (distributed ray tracing)?

RADIOZITA

67. Co je radiozitní metoda? K čemu se používá? Jaké jsou základní předpoklady v klasické radiozitní metodě? Jak se za těchto předpokladů zjednoduší zobrazovací rovnice.

68. Radiozitní rovnice jako soustava lineárních rovnic. Odvození radiozitní rovnice ze zobrazovací rovnice.

69. Rovnoměrné a adaptivní dělení scény na elementy. Dělení podle diskontinuit (discontinuity meshing).

70. Form faktor - definice, vlastnosti, výpočet metodou Monte Carlo a hemicube.

71. Řešení radiozitní rovnice pomocí sbírání energie.

72. Řešení radiozitní rovnice pomocí střílení energie (progressive radiosity). Výhoda oproti sbírání energie.
73. Lze výstup řešení radiozitní rovnice použít pro zobrazení? K čemu slouží posbírání energie (final gathering)?
74. Jak funguje stochastická radiozita? Jakou má výhodu oproti klasické radiozitě? Co je podstatou hierarchické radiosity?

Osvětlení v optický aktivních prostředích

75. Jaké fyzikální jevy co se týče šíření světla probíhají v opticky aktivních prostředích?
76. Jaké jednotky má koeficient absorpce a koeficient rozptylu, vysvětlete význam.
77. Co to je optická tloušťka a jaké má jednotky? Co to je rozptyl?
78. Co to je fázová funkce, k čemu se používá a jaké funkce znáte?
79. Napište rovnici šíření světla v opticky aktivních prostředích a vysvětlete jednotlivé členy této rovnice.
80. Z jakého důvodu má nebe modrou barvu a slunce při západu slunce načervenalou barvu?